

VATT ENERGY s.r.l.

via Giovanni Boccaccio,7 - 20123



Regione Siciliana

Realizzazione di parco Fotovoltaico della potenza complessiva di 79,61 MW, relativi cavidotto e sottostazione da realizzarsi nel territorio del comune di Catania, c/da Sigona



Elaborato : Relazione invarianza idraulica

Progettazione :

(dott. Ing. Giuseppe De Luca)



Ambiente : (dott. Agr. Daniele Monti)



Geologia: (Dr. Geol. Cosimo Pampalone)



Elab. n° R_{ID}

FORMATO A4

SCALA: -----

NOTE:

DATA:

NOTE:

DATA EMISSIONE : MARZO 2021

Sommario

GENERALITÀ.....	2
PREMESSE.....	3
PROPOSTA DI PROGETTO.....	5
MODALITÀ ESECUTIVE.....	7
VERIFICA COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE E POST OPERAM.....	9
CONCLUSIONI.....	13

Generalità

Il parco fotovoltaico sorgerà nel territorio del comune di Catania, in c/da Sigona, e lo schema di allacciamento alla RTN prevede che il parco fotovoltaico venga collegato in antenna a 150 kV con la sezione a 150 KV di una nuova stazione elettrica di trasformazione a 380/150 kV della RTN denominata “Pantano d’Archi” da inserire in entra-esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 KV della RTN “Paternò – Priolo”.

L’area della costruenda Stazione Elettrica, dista dal parco fotovoltaico circa 3,3 Km in linea d’aria, e il collegamento sarà esercito con livello di tensione pari a quello imposto dagli inverter di 30 kV.

L’impianto insisterà su un area della estensione di circa **115 Ha**, dei quali circa la metà saranno fisicamente impegnati dai pannelli solari.

L’intervento costruttivo oggetto della presente relazione, consiste nella realizzazione di un parco fotovoltaico della potenza complessiva di 79,61 Mw, in un terreno ricadente interamente nel comune di Catania, in contrada Sigona.

Premesse.

In via del tutto generale, presa in considerazione una porzione di territorio allo stato naturale, priva dunque di manipolazione antropica e oggetto di trasformazione urbanistica, l'invarianza idraulica è un principio in base al quale **sia le portate che i volumi di deflusso meteorico** rimangano pressoché costanti ante e post operam.

In buona sostanza si intende trasformazione del territorio ad invarianza idraulica una trasformazione urbanistica che non generi un aumento della portata di piena nel corpo idrico recettore dei deflussi superficiali o degli scarichi originati dall'area stessa.

Gli effetti provocati da una modifica sostanziale dei deflussi sia in termini di volume che di velocità possono essere riassunte in

- Esondazione se il ricettore è un corso d'acqua e non è in grado di sopportare l'aumento della portata di acqua
- Aumento pressione esercizio nel caso di una rete di fognatura o di acque meteoriche

Le piogge di forte intensità che cadono su un bacino idrografico subiscono due tipi di processi che determinano l'entità delle piene nei corsi d'acqua riceventi:

1. l'infiltrazione nei suoli;
2. la laminazione superficiale.

Il processo di cui al punto 1 controlla i volumi di acqua restituiti dal terreno esclusi quelli che vengono assorbiti, e viene descritto mediante un "*coefficiente di deflusso*", il quale rappresenta la percentuale della pioggia che raggiunge il corpo recettore.

Il secondo processo, è fortemente influenzato dalle caratteristiche del reticolo drenante e dalla morfologia delle aree contermini, agisce trattenendo i volumi che scorrono in superficie, facendoli transitare attraverso i volumi disponibili e determinandone una restituzione rallentata.

Un bacino naturale presenta la caratteristica di lasciare infiltrare una certa quantità di acqua durante gli eventi di piena, e di restituire i volumi che non si infiltrano in modo graduale.

L'acqua ristagna nelle depressioni superficiali, segue percorsi tortuosi, si espande in aree normalmente non interessate dal deflusso, ed in questo modo le piene hanno un colmo di portata relativamente modesto ed una durata delle portate più lunga.

Quando un bacino subisce un'artificializzazione, i deflussi vengono canalizzati e in linea di massima le superfici vengono regolarizzate, situazioni che di fatto producono un'accelerazione nel deflusso delle acque.

In generale ciò comporta un aumento dei picchi di piena e può portare a situazioni di rischio idraulico causati dall'impermeabilizzazione dei suoli, la quale provoca un aumento dei volumi che scorrono in superficie, aggravando ulteriormente le possibili criticità.

Maggiori volumi che scorrono in superficie rappresentano, oltre che un aggravio dei possibili rischi idraulici, anche un più rapido esaurimento dei deflussi ed una riduzione degli apporti alla falda, e in definitiva una riduzione delle risorse idriche utilizzabili.

Alla luce di quanto descritto, è necessario limitare possibili effetti di aggravio delle piene legati alla progressiva manipolazione e impermeabilizzazione dei suoli conseguente alle trasformazioni di uso del suolo.

In particolar modo occorre evitare gli interventi che comportino eccessiva impermeabilizzazione dei suoli e conseguente aumento delle velocità di corrivazione, mirando a prevedere azioni correttive volte a mitigarne gli effetti.

Quindi al fine di soddisfare i criteri per la Verifica per l'Invarianza idraulica, è indispensabile che le trasformazioni dell'uso del suolo escludano o riducano quanto più gli inevitabili fenomeni di maggiore impermeabilizzazione con aumento dei coefficienti di deflusso delle acque naturali superficiali.

Proposta di progetto.

Al fine di comprendere e definire in maniera accurata le modifiche che la realizzazione dell'impianto produce sulle caratteristiche dei terreni, qui di seguito si riassume in dettaglio la composizione dell'impianto stesso.

L'impianto fotovoltaico è organizzato in un unico campo, costituito da gruppi di stringhe collegati a loro volta alle cabine di campo, ubicati nel territorio del comune di Catania, in contrada Sigona.

L'impianto nel suo complesso è riassumibile nei seguenti apprestamenti tecnologici :
Nel dettaglio, il progetto prevede la realizzazione/installazione di:

1. Numero 5.234 stringhe da 26 moduli;
2. Numero 136.084 moduli fotovoltaici da 585 Wp collegati in stringhe installate su tracker con inseguitore monoassiale;
3. N° 8 inverter singoli di potenza nominale variabile da 4,40 MW modello Sunny Central 4400 UP;
4. N° 2 inverter costituiti ciascuno da una coppia di inverter con potenza nominale pari a 2,66 MW modello Sunny Central 2660 UP;
5. N° 5 inverter costituiti ciascuno da una coppia di inverter con potenza nominale pari a 2,80 MW modello Sunny Central 2800 UP;
6. Una cabina di raccolta all'interno dell'area d'impianto;
7. Recinzione esterna perimetrale alle aree di installazione dei pannelli fotovoltaici (per uno sviluppo lineare complessivo di circa 4.895 m);
8. Cancelli carraio da installare lungo la recinzione perimetrale per gli accessi alle aree campo;
9. Realizzazione di circa 8.500 m di viabilità complessiva, in aggiunta a quella esistente;
10. Un cavidotto MT interrato interno al campo fotovoltaico per il collegamento dei 15 inverter con trasformatore integrato alla cabina di raccolta (lunghezza complessiva circa 2.980 m);
11. Una cabina di raccolta da cui si diparte un cavidotto interrato in MT di lunghezza pari a 430,00 m tratto interno e 6.740 m tratto esterno per collegare la cabina di raccolta alla stazione utente.
12. N° 1 Alloggio ufficio/custode;

13. N°2 Container deposito;

Si precisa che gli inverter verranno installati all'interno delle cabine di campo.

All'interno delle aree d'impianto dove verranno installati i pannelli è prevista la realizzazione di una viabilità perimetrale che corre lungo la recinzione e la realizzazione di piste che connettono la viabilità perimetrale con la posizione delle cabine di campo.

La viabilità complessiva da realizzarsi all'interno delle aree di impianto sarà realizzata in materiale naturale **senza l'ausilio di asfalto**, e avrà un pacchetto di fondazione di spessore differente a seconda dei carichi che si prevede transiteranno durante la fase di cantiere e di esercizio.

Modalità esecutive.

Per ridurre gli impatti legati alla realizzazione dell'impianto, si procederà cercando di mantenere per la gran parte inalterato lo status delle aree interessate.

Le lavorazioni possono essere così riassunte :

1. Eliminazione vegetazione spontanea presente mediante estirpazione meccanica;
2. Le aree di intervento si presentano pianeggianti e idonee ad accogliere un impianto fotovoltaico, in ogni caso si provvederà alla regolarizzazione delle stesse senza che venga in alcun modo variata in modo significativo la pendenza naturale esistente;
3. Realizzazione di impianto fotovoltaico su tracker monoassiali, infissi nel terreno con l'ausilio di battipalo o vitoni, senza dunque l'utilizzo di cemento o altri materiali utili alla realizzazione delle fondazioni;
4. Realizzazione viabilità di impianto, eseguita con materiali naturali , senza l'ausilio di strati di finitura impermeabilità (*asfalto o battuto di cemento*) e con **pacchetto di sottofondo drenante** costituito da inerti a pezzatura variabile;
5. Installazione cabine e inverter. Verranno installate su delle platee in c.a. gettato in opera, le quali platee sporgeranno circa 1,00 ml dal perimetro della cabina/inverter, per tanto singolarmente non daranno origine a grandi superfici impermeabili;

In relazione alla lavorazioni cui ai **punti 1 e 2**, eliminando la vegetazione spontanea e rendendo libera la superficie dell'area, si produrrà un beneficio in termini di filtrazione delle acque meteoriche stesse.

L'installazione dei pannelli di cui al **punto 3**, di fatto non costituisce struttura impermeabile e non impedisce alle acque meteoriche di seguire il loro vecchio deflusso, in quanto essendo i pannelli orientati tutti nella medesima direzione e aventi tutti la stessa inclinazione, la pioggia che colpisce il modulo, viene fatta scivolare ai piedi del tracker affiancato. Dato il numero elevato di tracker installati, tale situazione fa sì che le acque meteoriche giungano sul terreno in modo uniforme, come se non vi fosse la presenza delle strutture fotovoltaiche.

La realizzazione della viabilità, **punto 4**, prevede la sagomatura della strada a schiena d'asino, in modo che il quantitativo di acqua che non filtra attraverso il corpo stradale, venga raccolta nella porzione di area lasciata come terreno naturale. Va ribadito che sebbene dotate di permeabilità inferiore a quella propria del terreno agrario, essendo le strade realizzate in terreno naturale e con pacchetto drenante, presenteranno una propria permeabilità che assorbirà la gran parte delle acque meteoriche.

L'installazione delle cabine (**punto 5**) condurrà alla realizzazione di aree impermeabili, ed è corretto affermare che le cabine rivestono interventi a carattere puntuale rispetto all'estensione complessiva dell'area di intervento. Gli effetti puntuali daranno origine a fenomeni trascurabili rispetto all'intera area di impianto.

Verifica coefficienti di deflusso ante e post operam.

Il coefficiente di deflusso, nell'ambito del bacino idrografico di un corso d'acqua, esprime il rapporto fra deflussi (*volume d'acqua defluito alla sezione di chiusura del bacino*) e gli afflussi (*precipitazioni*).

Per quanto esposto, al fine della verifica della invarianza idraulica, è corretto verificare che il valore del coefficiente rimanga pressoché inalterato ante e post operam, in quanto rimanendo inalterato non viene modificato il volume di acqua che viene recapitata al corpo recettore.

Qui di seguito si riportano i dati tabellari del coefficienti di deflusso per determinate superfici:

Tipologia	coeff. di deflusso
Superfici agricole, prati, verde su suolo profondo	0,10-0,15
Terreni incolti o sterrati non compatti	0,20-0,30
Superfici inghiaiate	0,30-0,50
Sterrato compatto	0,50-0,60
Copertura di tetti, superfici asfaltate	0,85-1,00

Tabella 1 - *Coefficienti di deflusso tabellati*

Si evidenzia ancora una volta che all'interno del campo non vi saranno superfici impermeabili, se non le **coperture delle cabine e i relativi battuti su cui poggeranno**.

Va evidenziato che il battuto avrà una superficie che sprrge di 1,00 ml dal perimetro del manufatto.

In totale, le superfici impermeabili saranno pari a complessivi 1.213,00 mq circa, riferiti a tutta l'area di impianto.

Confrontando il valore delle superfici impermeabili definite al precedente capoverso, e l'intera superficie di impianto otterremo il seguente valore percentuale di area impermeabile :

$$r(\%) = \frac{1.213}{1.15.000} = 0,11\%$$

La superficie impermeabile risulta essere assolutamente trascurabile.

I **tracker**, sebbene si presentino come strutture impermeabili, in effetti non trattengono, e soprattutto non altereranno il percorso delle acque meteoriche, in quanto ne consentiranno lo spandimento regolare, atteso che la superficie di impatto non sarà mai in orizzontale, ma sempre inclinata.

A supporto di quanto superiormente affermato si riporta il dettaglio tipico dei tracker utilizzati in progetto.

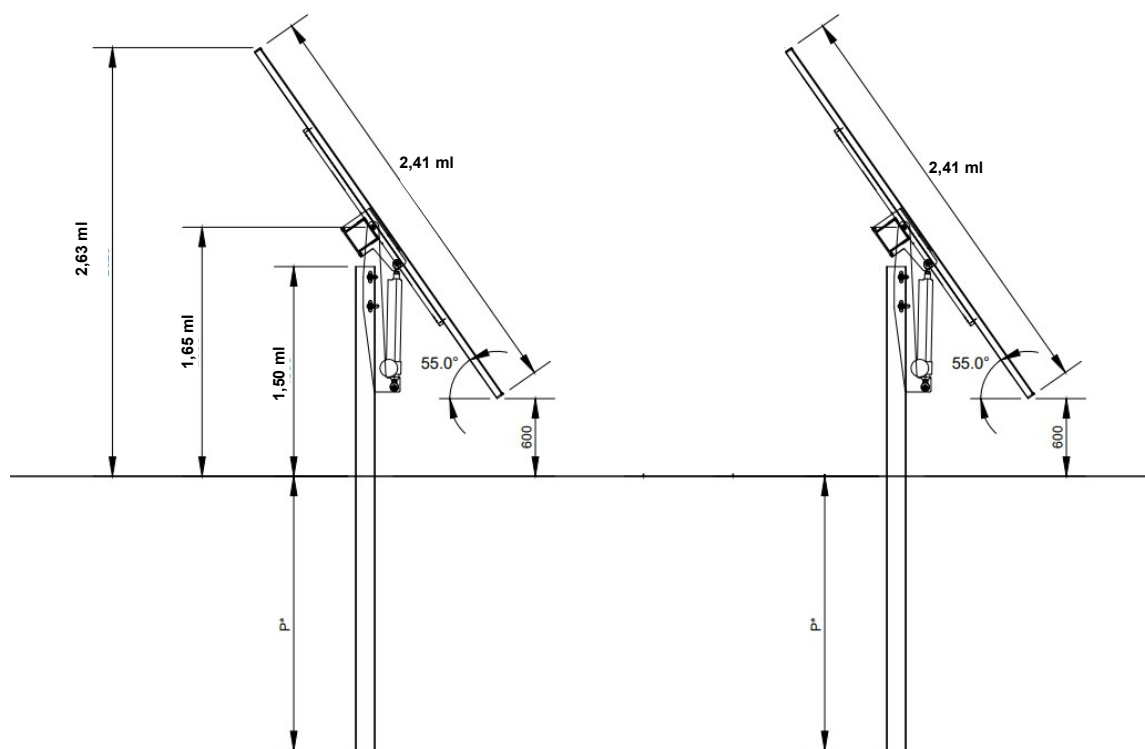


Figura 1 – Dettaglio Insieme tracker

Come risulta evidente dall'immagine, la presenza dei tracker non influenza lo spandimento delle acque meteoriche, in quanto la piccola percentuale di precipitazione che colpisce il modulo, viene rilasciata immediatamente sul terreno agrario, senza creare accumuli.

Infine, trovano posto le **strade interne** realizzate con pacchetto drenante, cioè con materiale a pezzatura variabile che consente una elevata permeabilità delle acque meteoriche, e con la quota estradossale a quota superiore di circa 15 cm dall'attuale piano di campagna.

Al fine di operare in maniera cautelativa, sebbene la viabilità si presenti realizzata con caratteristiche drenanti, assumeremo comunque il 25% di superficie della stessa come completamente impermeabile.

In funzione di quanto su esposto, qui di seguito si calolerà il coefficiente di deflusso *post operam*, e lo si metterà a confronto con quello iniziale.

CALCOLO COEFF. DI DEFLUSSO ANTE E POST OPERAM CAMPO

Requisiti richiesti per ogni classe sulla base del volume minimo di laminazione determinato:

$$W = W^0 \left(\frac{\phi}{\phi^0} \right)^{1/(1-n)} - 15 I - W^0 P$$

$$\phi^0 = 0.9 I \text{ Imp}^0 + 0.2 \text{ Per}^0 \quad \phi = 0.9 I \text{ Imp} + 0.2 \text{ Per}$$

$W^0 = 50$ mc/ha volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione
 ϕ^0 = coefficiente di deflusso post trasformazione ϕ = coefficiente di deflusso ante trasformazione
 $n = 0.48$ I e P espressi come frazione dell'area trasformata
 Imp e Per espressi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice*) o dopo (se non c'è l'apice*)
 VOLUME RICALCOVATO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento

Oggetto:

(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)

Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	1150000,00
ANTE OPERAM		
Superficie impermeabile esistente	=	0,00
Imp ⁰	=	0,00
Superficie permeabile esistente (mq)	=	1150000,00
Per ⁰	=	1,00
Imp ⁰ + Per ⁰	=	1,00

POST OPERAM		
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	13118,00
Imp	=	0,01
Superficie permeabile di progetto	=	1136882,00
Per	=	0,99
Imp + Per	=	1,00

Superficie viabilità computata al 25% e superficie cabine con battuti in c.ca

INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA		
Superficie trasformata/livellata	=	48833,00
I	=	0,04
Superficie agricola inalterata	=	1101167,00
P	=	0,96
I + P	=	1,00

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM

ϕ^0	$0,9 \times \text{Imp}^0 + 0,2 \times \text{Per}^0$	=	0,9	x	0,00	+	0,2	x	1,00	=	0,20
ϕ	$0,9 \times \text{Imp} + 0,2 \times \text{Per}$	=	0,9	x	0,01	+	0,2	x	0,99	=	0,21

Conclusioni.

Il calcolo del parametro idraulico “*coefficiente di deflusso*”, verificato prima e dopo l’intervento ha condotto ai seguenti risultati :

Coefficiente di deflusso			
	<i>Ante operam</i>	<i>Post operam</i>	$\Delta\%$
Campo	0,2000	0,2100	5,00%

Valore medio $\Delta\%$ = 5,00%

Tabella 2 – *Confronto coefficienti di deflusso*

I valori dei coefficienti *post operam* sono in aumento, con un valore medio di **5,00 %**.

L’ area non subirà alterazioni importanti, per cui non si avranno variazioni significative in termini di coefficienti di deflusso e tempi di corrivazione.

Dall’esame dei coefficienti di deflusso *post operam* (Tabella 2), si rileva che :

- il valore finale calcolato per ciascun campo è comunque all’interno del range riferito ai terreni incolti (*cfr. Tabella 1 - Coefficienti di deflusso tabellati*)
- le variazioni del coefficiente di deflusso risultano essere modeste, e con valore medio di pari al 5,00%.

In conclusione, si ritiene che per quanto attiene all’intera area di intervento, le trasformazioni a corredo della realizzazione dell’impianto fotovoltaico rispettino il principio dell’invarianza idraulica.

IL CONSULENTE

(DOTT. ING. GIUSEPPE DE LUCA)

